

DAS CERTEZAS ÀS INCERTEZAS: CONTRIBUIÇÕES DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

From Certainties to Uncertainties: Contributions of the Precautionary Principle to Science Education

RESUMO

Este trabalho propõe-se a discutir as potencialidades da mudança paradigmática da gestão de riscos no âmbito da educação científica, discutindo criticamente as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e usando um caso da Química como exemplo. A Ciência (Química) vem passando de certo modo e medida por tal mudança paradigmática na abordagem dos riscos: de uma postura de certeza positivista para a consciência de suas incertezas e controvérsias, de modo a repensar suas próprias ações, valores e conhecimentos. A partir de fundamentação teórica, ressalta-se o potencial do princípio da precaução como contribuinte à participação social ampla e democrática, podendo envolver relações intensas entre escola, universidade e comunidade. Já em relação à pesquisa empírica, apresenta-se o relato de uma atividade formativa para professores formadores de técnicos agrícolas elaborada tendo o princípio da precaução como eixo estruturante, cuja temática foi “uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas”. Apesar da atividade formativa ser pontual e com pequena carga horária, os resultados evidenciaram indícios de transformações no modo de pensar dos professores participantes sobre os riscos quanto ao uso desses produtos químicos nas lavouras e pastagens brasileiras, tanto aos trabalhadores que têm contato direto quanto aos consumidores que acessam indiretamente os agrotóxicos por meio da alimentação.

Palavras-Chave: Ciência precaucionaria. Riscos. CTS.

ABSTRACT

This paper aims to discuss the potentialities of the paradigmatic change in risk management in the field of science education, critically discussing the relationship between Science, Technology and Society and using a case of Chemistry as an example. Science (Chemistry) has been moving in a certain way and measured by such a paradigmatic change in the approach of risks: from a positivist certainty posture to the awareness of its uncertainties and controversies, in order to rethink its own actions, values and knowledge. On the basis of theoretical foundation, the potential of the precautionary principle as a contributor to broad and democratic social participation is emphasized, and may involve intense relations between school, university and community. Regarding the empirical research, we present the report of an activity for teachers of agricultural technicians elaborated with the precautionary principle as the structuring axis, whose theme was “use of pesticides in agricultural activities”. Although the activity was punctual and with little workload, the results showed evidence of changes in the thinking of participating teachers about the risks regarding the use of these chemicals in Brazilian crops and pastures, for workers who have direct contact, and also for consumers who indirectly access pesticides through food.

Keywords: Precautionary Science. Risks. STS.

**Leonardo Victor
Marcelino**

leovmarcelino@gmail.com

Universidade Federal de Santa
Catarina (UFSC)
<http://orcid.org/0000-0002-2684-5656>

**Leila Cristina Aoyama
Barbosa Souza**

aoyama.leila@gmail.com

Escola Técnica Estadual de
Rondonópolis (SECITEC)
<http://orcid.org/0000-0002-6021-3855>

Carlos Alberto Marques

carlos.marques@ufsc.br

Universidade Federal de Santa
Catarina (UFSC)
<http://orcid.org/0000-0002-4024-7695>



INTRODUÇÃO

O estilo de vida moderno e a degradação ambiental provenientes das atividades humanas instaurou uma crise na sociedade global (LÉNA; NASCIMENTO, 2012). A grande expansão da capacidade humana de controlar e prever os fenômenos naturais ou mesmo de produzi-los tem trazido consigo a própria consciência de seu lado prejudicial, de forma que a Ciência e a Tecnologia (C&T) foram e estão sendo foco do debate de grandes catástrofes no século XX: a bomba atômica, o uso do DDT (Diclorodifeniltricloroetano), a talidomida, etc. É o que Ulrich Beck chama de “reflexividade”, pois a “sociedade global ‘reflexiva’ se vê obrigada a autoconfrontar-se com aquilo que criou, seja de positivo ou de negativo” (JACOBI, 2005, p. 240).

Nessa sociedade moderna, os impactos das ações humanas passam a ter uma centralidade na tomada de decisões. O risco (a forma quantitativa de se mensurar a possibilidade e extensão dos impactos) passa a ocupar o papel de limite e consequência do agir social. Já a incerteza pode ter sua gênese no aparato técnico que pode ser, em um determinado tempo, insensível, impreciso e inexato; na abordagem metodológica do problema que pode ser restrita, descontextualizada e inexata; ou na própria epistemologia, como na ausência de conhecimentos em um determinado tempo e espaço que permitam pensar e investigar determinadas hipóteses (DEVILLE; HARDING, 1997). A incerteza científica é derivada da tentativa de resolver um problema científico, não ficando restrita ao âmbito de sua justificação. Esses argumentos também têm sido usados para defender a não neutralidade da C&T (DELIZOICOV; AULER, 2011).

Se há uma relação entre a crise (ambiental/social) e os riscos modernos, ela parece se relacionar também com as incertezas.

A essência da crise ambiental é a incerteza, e isto terá maior ou menor impacto de acordo com a forma como a sociedade, segundo Beck (1997, p. 17) ‘levanta a questão da autolimitação do desenvolvimento, assim como da tarefa de redeterminar os padrões (de responsabilidade, segurança, controle, limitação do dano e distribuição das consequências do dano) atingidos naquele momento, levando em conta as ameaças potenciais’ (JACOBI, 2005, p. 240).

Ao mesmo tempo em que se toma consciência da ubiquidade dos riscos e das incertezas que os rondam, parece mais claro que a população tem que participar da decisão sobre as ações que dizem respeito à sociedade. Aqui mais um confronto na reflexividade moderna, em que a incerteza das ações humanas e suas potencialidades arriscadas exigem que se tome uma ação participativa (DELIZOICOV; AULER, 2011); em que a própria C&T, com sua imagem mítica do salvacionismo, da neutralidade e objetividade, insta para incorporar o pluralismo metodológico e ampla participação social (LACEY, 2008).

Na educação, é crescente o movimento que pede por uma formação para autonomia e superação dos modelos tecnocráticos. Auler e Delizoicov (2001) ressaltam o modelo tecnocrático, antidemocrático, como imobilizador da ação humana, pois ele considera que cada decisão pode ser mais bem tomada por especialistas com base na ciência. Esse modelo considera o cidadão “comum” destituído do conhecimento científico e sem o respaldo da “certeza científica”, sendo que sua presença nos processos decisórios só acrescentaria ambiguidades e incertezas. Não obstante e por tal lógica, como melhor decisora, a ciência só faria boas escolhas, conduzindo inexoravelmente ao progresso social. Esses são considerados “mitos”, pois estão fora de uma análise crítica e são imagens pouco condizentes da atividade científica, sendo também antidemocráticos (AULER; DELIZOICOV, 2001). Logo, a participação de vários grupos sociais é imprescindível para a democratização, que não pode ficar restrita a mera participação pelo voto, ainda que ela seja importante. Esse tipo de participação pretende a democratização das decisões envolvendo C&T, chamada por Auler (2011) de democracia participativa, pois conclama para a ação, para superação do marasmo

e do conformismo com as situações dadas, pelo rompimento com a cultura do silêncio (AULER, 2011).

E qual o papel da educação científica (química) nesse processo? Sabe-se que a Química representa um papel de destaque dentro dos avanços científicos e tecnológicos que têm transformado o mundo, sendo, por natureza, a Ciência responsável pela transformação da matéria. Os conhecimentos químicos foram importantes tanto na eclosão de grandes impactos ambientais, mas também na própria identificação desses impactos, pois “com o conhecimento vem o peso da responsabilidade” (ANASTAS; WILLIAMSON, 1996, p. 1, tradução nossa). Enfim, a química tem seu papel na reflexividade na sociedade de risco (BECK, 2011) e, por isso, convém questionar como ela tem abordado os riscos e as incertezas no seu agir, de modo a se discutir quais são as implicações na transformação da matéria e na produção de bens e serviços. E uma vez que se repense o próprio fazer químico em seus princípios, valores e procedimentos, há de se refletir sobre a própria educação química, seus conteúdos e ações pedagógicas, já que a constituição do professor também envolve saberes didáticos e pedagógicos específicos para cada conteúdo (SCHULMAN, 1986). Assim, neste artigo nos propomos a discutir potencialidades da mudança paradigmática dos riscos no âmbito da educação científica, usando como exemplar a Química, fundamentando-se em conceitos da ciência precaucionária e pensando criticamente as relações entre C&T e Sociedade.

Metodologicamente, o trabalho apresenta 1) natureza teórica ao fazer a defesa pela adoção de fundamentos da ciência precaucionária na formação de professores e, conseqüentemente, no ensino de ciências; e 2) natureza empírica ao apresentar resultados de uma atividade formativa realizada com professores formadores de técnicos agrícolas sobre o uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas. Tal atividade foi planejada tendo fundamentos e elementos do princípio da precaução (PP) como eixo estruturante.

Esperamos que as reflexões aqui realizadas possam ser relevantes aos estudos CTS e avanço da área da educação científica quanto às discussões sobre o papel dos especialistas e das atividades científicas, principalmente no que diz respeito às suas (in)certezas, na sociedade contemporânea.

GESTÃO DE RISCOS NAS ATIVIDADES QUÍMICAS

A indústria química surge no início do século XIX, portanto, em um período denominado como paradigma social da prevenção ou da solidariedade (EWALD, 1996). Nesse período, guiado pela visão positivista da C&T, são estabelecidas metodologias (as avaliações de tecnologias) para se quantificar o risco, atribuindo-lhes valores e padrões de aceitabilidade, considerando-o, em certo grau, inerente à atividade humana, culminando num sistema de compensação do risco — as indenizações (EWALD, 1996). Mas preocupações com o risco só ficam grandes em meados do século XX, com o acontecimento de várias catástrofes químicas. As primeiras formas de se minimizar esses males se pautaram na redução do “limite de exposição, pelo controle dos chamados fatores circunstanciais”, como o uso, a disposição, o tratamento etc. (POLIAKOFF et al., 2002, p. 807, tradução nossa). Essas ações iniciais de gerenciamento do risco fazem parte de um sistema maior, o paradigma de risco (PR). Ele seria baseado na capacidade assimilativa do ambiente em absorver e degradar poluentes, sem danos; e na suposta existência de um grau de exposição ao qual organismos podem ser expostos com pouco ou nenhum efeito adverso (THORNTON, 2000). Tal abordagem se aproxima de uma visão clássica da avaliação de tecnologia, ou de uma visão racionalista da tomada de decisão.

Com a licença de poluição como artefato central e baseado na avaliação de risco, o PR é criticado por suas seis falhas (THORNTON, 2000): Falha 1 — resistência à degradação e concentração pela cadeia alimentar de substâncias tóxicas. Logo, a capacidade assimilativa do ambiente é zero e a licença de poluição não pode ser maior que zero; Falha 2 — desconsiderar a dispersão global do dano e a simultaneidade e continuidade de milhares de

outras fontes poluidoras; Falha 3 — desconsiderar os efeitos sinérgicos que aumentam a toxidez e complexidade de uma mistura; Falha 4 — não há pesquisas científicas suficientes sobre os riscos de substâncias, mesmo individuais; Falha 5 — é que mesmo rotas sintéticas controladas geram produtos indesejáveis e muitos outros desconhecidos; e Falha 6 — é a ineficácia das tecnologias de controle e descarte, pois só mudam o tempo, a forma e o local da exposição.

Em contrapartida, Thornton (2000) propõe a adoção de um paradigma ecológico, apoiado no princípio da precaução (PP): “Essa perspectiva incorpora o princípio da ação precaucionária em face da incerteza científica: quando os impactos potenciais de um erro são severos e irreversíveis, nós devemos errar pela prudência na antecipação e prevenção do dano ambiental” (p. 326, tradução nossa). Enquanto o princípio da prevenção se baseia na certeza científica da ocorrência de um dano ambiental para a tomada de ação, o PP é mais abrangente e o antecede ou determina a prevenção: diz que na ocorrência de indícios de degradação, ainda que não haja comprovação científica do dano ou de sua relação causal, a ação deve ser evitada. Ou seja, a precaução se destina a evitar situações potencialmente arriscadas, ainda que não haja prova científica. Trata-se de uma forma de aversão ao risco (LUCHESE, 2011).

O paradigma ecológico se relaciona com o paradigma da segurança (EWALD, 1996) e traz o compartilhamento social das responsabilidades dos danos e das ações a serem tomadas, diferentemente do PR, visto como um quadro teórico-prático tecnocrata. Nesse sentido, pode-se situar a Química Verde (ANASTAS; WILLIAMSON, 1996) como um esforço recente do campo da Química em direção ao paradigma ecológico. A seguir, será detalhado algumas características dos paradigmas de risco e da segurança.

O PARADIGMA DO RISCO, A TECNOCIÊNCIA E A TECNOCRACIA

A tecnociência é baseada na abordagem descontextualizada da metodologia científica que mantém o objetivo na geração de inovações ou de resultados científicos que expliquem e corroborem para a sua eficácia. Tal abordagem é aquela em que as teorias são consideradas admissíveis se puderem representar e explicar os fenômenos, restringindo as possibilidades do fenômeno (como, por exemplo, a geração dele) por meio de uma lei, baseando-se em seus componentes, interações e estruturas. É descontextualizada, pois isola o fenômeno de qualquer relação social a que esteja envolvido. Virtualmente, toda pesquisa contemporânea que siga a abordagem descontextualizada é tecnociência, sendo possível arriscar que toda a ciência atual é tecnociência (LACEY, 2008). Adotar a abordagem descontextualizada tem relações com um conjunto de valores sociais sobre a dominação de objetos naturais, que Lacey (2008) chama de valores do progresso tecnológico, sendo eles: I) Atribuir alto valor ético para a capacidade humana de controlar os objetos naturais, principalmente quando se envolve inovações tecnológicas; II) Alto valor ético para inovações que permitam a expansão das tecnologias para cada setor da vida cotidiana; III) Alto valor para a definição de problemas em termos de soluções tecnocientíficas; IIII) Princípio da pressuposição da legitimidade da inovação — não subordinar o valor da dominação dos objetos a quaisquer outros valores éticos ou sociais, mas pressupor a legitimidade das inovações tecnocientíficas, permitindo até mesmo um grau de desordem social e ambiental para sua implantação.

Assim, o princípio da pressuposição da legitimidade conjectura que é legítimo programar uma inovação tecnocientífica (sem demora), desde que sejam eficazes e ainda que causem algum dano no ambiente (cultural e físico). Isso lembra a forma de gerenciar os riscos dentro do PR na Química, em que se parte da ideia de que há uma quantidade mínima de efeitos nocivos que pode ser administrada pelo meio ambiente e, conseqüentemente, ao homem (capacidade assimilativa). A análise de risco almeja quantificar os potenciais danos e estabelecer a dosagem máxima permitida pelos causadores de efeitos nocivos a serem liberadas pelo processo: ação baseada na emissão de permissões de funcionamento. Essa abordagem está fortemente baseada no alto valor ético da capacidade humana em controlar

a natureza (ou os riscos), especialmente por meio das tecnologias de avaliação. Não obstante, valorizam a definição dos riscos e soluções de maneiras a medi-los e resolvê-los com inovações tecnológicas.

No PR, parte-se de uma definição de risco com base em conceitos científicos e no “senso comum”, quantifica-se científica e tecnologicamente os impactos que são avaliados, para que então seja feita uma decisão política com base no relatório técnico da pesquisa e tomando em consideração novamente o “senso comum” (LUCHESE, 2011, p. 32). Mas há de se pensar que não há um “senso comum”, mas um só “senso” que se veste de comum, mas que acaba por concretizar uma visão de mundo (CAZELOTO, 2010). A palavra final, no entanto, está alicerçada nos relatórios técnico-científicos, sem se questionar quem são esses cientistas e quais os interesses que permeiam suas pesquisas.

A tendência da tecnocracia é transferir a ‘especialistas’, técnicos ou cientistas, problemas que são de todos os cidadãos. (...) Escolhas políticas são transformadas em questões a serem decididas por comitês de especialistas. (THUILLIER, 1989, p. 22 apud AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 3).

O PR é baseado numa avaliação quantitativa cuja tarefa é complexa e técnica, um processo hermético, restrito à participação de especialistas da área científica e tecnológica e que não permite, portanto, a participação de outros agentes sociais. Seus resultados seguem uma linguagem própria, inteligível apenas para os iniciados, sendo que poucas ações se destinam a explicá-los ou traduzi-los (LUCHESE, 2011). Não obstante, essa metodologia de avaliação de tecnologia é focada na análise tardia da tecnologia, ou seja, depois que já está pronta e na mensuração de seus efeitos. Portanto, ela desconsidera o contexto em que a tecnologia será inserida e as relações de retro transformações que ocorrerão. “Em síntese, fazer uma avaliação apenas dos impactos pós-produção, significa manter intocável, fora do alcance de uma análise crítica, o pano de fundo. Significa abster-se do essencial, focalizando o periférico” (AULER, 2011, p. 8).

Assim, percebe-se que o PR e seus valores subjacentes (os valores do progresso tecnológico) são abordagens tecnocráticas, que contribuem para uma visão mítica da C&T e para a exclusão da participação social ampla e plural nos processos decisórios.

PRECAUÇÃO E TOMADA DE DECISÕES PARTICIPATIVAS

A pressuposição da legitimidade se opõe ao princípio da precaução (PP), que indica a suspensão temporária da atividade para que investigações sobre alternativas viáveis e o conjunto completo de riscos (LACEY, 2008). Assim Lacey caracteriza o PP, com base na definição de trabalho da COMEST (*Commission Mondiale d'Éthique des Connaissances Scientifiques et des Technologies* — Comissão Mundial de Ética do Conhecimento Científico e Tecnológico):

Pratique a cautela em face da implementação de inovações tecnocientíficas.

Adie a implementação até obter os resultados de pesquisa sobre possíveis riscos sociais e ambientais em longo prazo, levando em conta não apenas mecanismos biológicos, químicos e físicos, mas também o contexto socioeconômico das implementações planejadas.

A seriedade de riscos possíveis é avaliada à luz de valores ético-sociais como a sustentabilidade social e ambiental, os direitos humanos universais, a igualdade inter e intrageracional, a democracia participativa e (para alguns) os valores da participação popular (LACEY, 2008, p. 122).

Em contraste com a tecnociência está o pluralismo metodológico científico, em consonância com o PP, que parte do espaço de alternativas (conjunto de todas as alternativas disponíveis para uma situação socialmente relevante), utilizando diversas metodologias, inclusive a descontextualizada, para fazer investigações sistemáticas empíricas das diferentes opções (LACEY, 2008). Enquanto a tecnociência desonera o cientista da responsabilidade pela aplicação e distribuição dos conhecimentos científicos que desenvolveu, devendo apenas fornecer conhecimentos objetivos para boas práticas supostamente neutras de valores, o pluralismo metodológico atribui ao cientista a responsabilidade em perceber condições socioeconômicas da produção de conhecimento e do espaço de alternativas, garantindo investigações sistemáticas das diversas opções. O PP é tido, dentro do pluralismo metodológico, como visão ética da responsabilidade. Ele ressalta a necessidade de pesquisas rigorosas e sistemáticas sobre os riscos de uma atividade, tanto de forma direta (questão de saúde e impacto ambiental), como indireta (envolvida com as repercussões socioeconômicas). Não pode deixar também de fazer essas avaliações em longo prazo e considerando as possibilidades de ação, com seus benefícios sociais, o que leva a uma discussão crítica de valores (LACEY, 2008).

Justamente pela ideia de ciência não neutra é que se tornam necessárias pesquisas coordenadas pela comunidade em geral. É preciso organização e pressão social para que os grupos de pesquisa investiguem tópicos e áreas do interesse da comunidade, atendendo aos seus anseios e não apenas os interesses dos grandes conglomerados econômicos (AULER, 2011). O desenvolvimento de pesquisas de interesse coletivo tem importância para a discussão de ferramentas de identificação e conhecimento de riscos complexos e irreversíveis de abrangência global. Isso implica na destituição do poder unicamente na análise quantitativa de risco, atribuindo à sociedade a discussão dos riscos que acha aceitável, dando-lhe voz para expor sua preocupação e atribuindo a quem tem mais recursos o ônus da prova.

Por possibilitar o pluralismo metodológico, o PP abre a definição da agenda científica para a discussão ampla, envolvendo diversos grupos sociais. Assim, possibilita-se a participação democrática e plural (por meio de movimentos populares, sindicatos, escolas e comunidades etc.) na definição das prioridades científicas, bem como dos critérios pelos quais as pesquisas serão desenvolvidas. Isso é possível, pois o pluralismo metodológico se baseia em pressupostos amplos e complexos para legitimar uma inovação científico-tecnológica, que de acordo com Lacey (2008) são: I) Eficácia: a partir do espaço de alternativas, quais opções, em que combinações e variações teriam o resultado esperado? II) Objetivos: quais são os objetivos desejados no uso de várias alternativas? Quem são os beneficiados? Quais as condições atuais desses atores? III) Avaliação de riscos: diretos, envolvidos com o funcionamento dos organismos vivos; indiretos, ligados às repercussões socioeconômicas e culturais das ações empreendidas.

COMUNIDADE-ESCOLA-UNIVERSIDADE: RELAÇÕES NECESSÁRIAS

O PP possibilita a participação social atribuindo a amplos setores a possibilidade de intervir em uma ação pelo levantamento e exposição de riscos significativos à saúde humana e ao ambiente. Entretanto, a definição e avaliação dos riscos tem que levar em conta o amplo diálogo social. Nesse sentido, a escola pode contribuir pelo menos por meio de dois objetivos: problematizar a gestão de risco atual e apresentar o PP à comunidade; e agir como espaço de discussão dos riscos e impactos de uma atividade científica e tecnológica.

Assim, a escola agiria no sentido de romper com os mitos que imobilizam a ação pública por posturas fatalistas, como a entrega das decisões para tecnocratas. Para superá-lo é preciso mais do que mudança conceitual, é necessária uma discussão crítica da atividade da C&T (AULER; DELIZOICOV, 2001), superando a confiança existente na capacidade dessas instituições em gerir os riscos. Trata-se de um desvelar da realidade: dos valores e princípios que subjazem as tomadas de decisões, de seu caráter contraditório e da possibilidade de ser

mais (FREIRE, 1983), ou seja, de poder participar ativamente de sua vida, o que pode ser conseguido pela incorporação do PP na gestão de riscos como já defendido.

Como principais produtoras de conhecimento científico e tecnológico no Brasil as Instituições de Ensino Superior (IES), os cientistas em geral e os químicos em particular, todos têm um importante papel no levantamento dos riscos de uma atividade tecnológica e científica. Mas como já relatado, não têm autonomia para decidirem sozinhos os valores e princípios em que baseiam suas decisões, arriscando-se a incorrer em tecnocracia (DELIZOICOV; AULER, 2011). Torna-se necessária, portanto, a relação das instituições de pesquisa — principalmente as envolvidas com o ensino superior — com a sociedade, de modo a garantir uma participação mais democrática. Por meio de uma relação dialógica, a comunidade pode contribuir no trabalho das universidades para a produção de conhecimentos científicos e tecnológicos que atendam às demandas específicas da sociedade, além daquelas normalmente consideradas na academia, tomando sempre o PP como orientador de suas ações em caso de incerteza. Esse seria um momento de ambos os grupos, especialistas e população, entenderem melhor a atividade que será desenvolvida, discutirem os possíveis impactos e dialogarem sobre os valores, princípios e expectativas que subjazem suas percepções. Possibilitar-se-ia, então, construir uma base científica e axiológica dos riscos levantados, numa forma de construção e negociação para uma alternativa possível a ser realizada respeitando a precaução e os objetivos de uma sociedade mais democrática.

Assim, a escola básica poderia atuar como uma espécie de mediadora dessa relação entre IES e comunidade. Como um locus de interação, em que os pesquisadores participariam da investigação temática — que consiste no levantamento da realidade da comunidade, para identificação de suas situações-limites a serem problematizadas no ato educativo em sala de aula, para sua superação e transformação (FREIRE, 1983) —, levantando as situações mais significativas da população e que podem ser discutidas dentro de suas áreas. Não obstante, poderiam apresentar suas pesquisas no ambiente escolar, de modo a incluir no design de novas tecnologias os anseios e avaliar os receios da população. Logo, isso implicaria na adoção de uma postura mais reguladora das atividades da C&T por parte das IES, bem como de uma ação mais socialmente participativa, considerando o diálogo com a população um de seus fundamentos. Assim como a escola assumiria o seu papel — em problematizar a imagem de C&T e discutir os impactos de uma atividade — as IES também seriam reinventadas (DELIZOICOV; AULER, 2011), incorporando o PP em sua forma de pesquisar e se relacionar com a comunidade.

A seguir, discorreremos brevemente a experiência de uma atividade formativa idealizada para professores formadores de técnicos agrícolas, cujo eixo estruturante foi o PP e a temática central foi o uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas.

A DISCUSSÃO DO USO DE AGROTÓXICOS PELO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO: RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA

Com vistas a melhor compreender a maneira com que o PP pode contribuir na formação de professores e no ensino de ciências, em 2015 foi realizada uma atividade formativa com grupo de professores de uma instituição pública mato-grossense, formadores de técnicos agrícolas (SOUZA, 2016). A atividade, pautada em fundamentos teóricos sobre o PP, na perspectiva educacional freireana e nos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002), tratou da discussão sobre o elevado uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas a partir de situações contextualizadas da região (SOUZA; MARQUES, 2017).

No desenvolvimento da atividade formativa, foi apresentado aos professores o caso real do acidente rural ampliado, ocorrido no município de Lucas do Rio Verde, MT, em março de 2006, devido à “chuva de agrotóxicos” que adentrou a área urbana. Resumidamente, este acidente pode ser assim descrito:

Nuvens escuras se avolumavam no amplo horizonte que seu Ivo podia avistar do alto da colina de sua chácara, à beira do Rio Verde, no Mato Grosso. De onde estava, ao lado do seu pé de jatobá, quase no limite do município de Lucas do Rio Verde, ele enxergava muito bem. As terras da grande fazenda do outro lado do rio, cobertas pela soja, eram varridas pelo vento forte que prenunciava chuva. Seu Ivo também notou o monomotor vermelho, roncando monocórdico sobre a propriedade do vizinho, em voos rasantes que iam e vinham. Fazia pulverização. [...] Seu Ivo se lembra bem quando o aviãozinho, a não mais do que 100 metros do chão, cruzou o rio e veio fazer o retorno bem em cima do seu jatobá, deixando suspensa a fumaça branca do herbicida dessecante que logo iria visitar a cidade. A mulher de outro chacareiro, a vários quilômetros dali, conta que sentiu quando a “neblina fininha” foi alcançá-la na varanda, para depois matar, aos poucos, as flores que ela cultivava no jardim e nas janelas (MACHADO, 2008, p. 09).

[...] Dois dias após [...], foi observado que secou ou queimou a maioria das plantas de 65 chácaras de hortaliças e legumes (localizadas em vários pontos da periferia da cidade), secou a maioria das folhas das plantas do horto com 180 canteiros de diferentes espécies de plantas medicinais (localizadas quase no centro da cidade) e queimou ‘salpicado’ milhares de plantas ornamentais das ruas e quintais da periferia e do centro da cidade (PIGNATI, MACHADO, CABRAL, 2007, p. 109).

Nessa mesma semana muitas pessoas tiveram sintomas de náuseas, vômitos e diarreia e foram notificadas pelos dois hospitais do município como se tratando de casos de rotavírose, gerando um número acima da média comum da doença na cidade (MACHADO, 2008 apud SOUZA, 2016, p. 327).

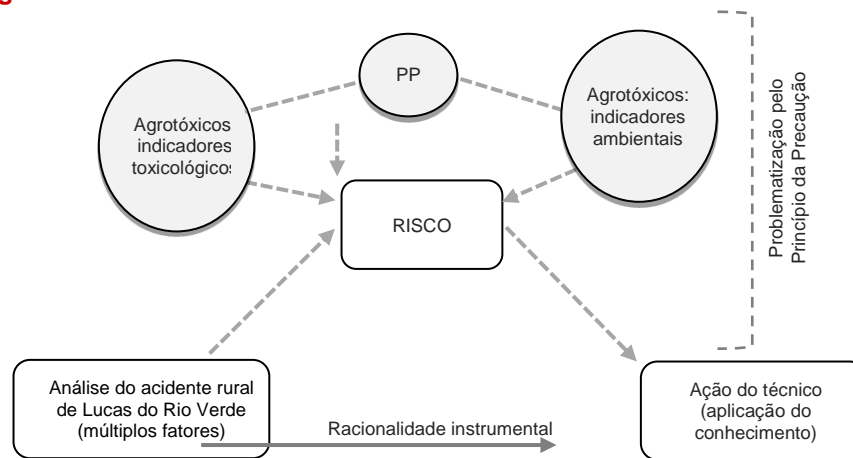
A partir de tal situação contextualizada (o caso da chuva de agrotóxicos de Lucas do Rio Verde) desenvolveu-se a atividade formativa de carga horária de 16 horas com um grupo de seis professores de diferentes áreas de graduação, mas que convergem na grande área de Ciências Exatas e da Terra. Este grupo de professores contemplava as áreas de Agronomia, Medicina Veterinária, Zootecnia e Ciências Biológicas, todos eles atuantes em cursos para a formação de técnicos agrícolas. Em relação ao perfil dos participantes, tratou-se de um grupo jovem de professores (faixa etária de 20 a 40 anos), de distribuição igualitária de gênero (três homens e três mulheres) que, em sua maioria, possuíam até cinco anos de experiência docente na educação profissional ou em outras modalidades de ensino. Seus níveis de titulação variavam da graduação ao doutorado em andamento.

O objetivo principal da atividade formativa foi diagnosticar as percepções iniciais dos professores sobre o uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas de Mato Grosso e, conforme o aprofundamento da discussão temática (principalmente pela introdução de conceitos sobre o PP, PR e prevenção), conhecer os argumentos destes profissionais sobre o uso dessas substâncias químicas, bem como, possíveis mudanças em seu modo de pensar ao reconhecer as incertezas científicas quanto ao uso de certos tipos de ingredientes ativos de agrotóxicos.

Acreditamos que a realização de atividades pelo uso do PP pode estimular o enfrentamento ao pensamento estritamente técnico e à racionalidade instrumental. A Figura 1 apresenta informações sobre o planejamento da atividade formativa executada. Por meio dela buscou-se a problematização, com o grupo de professores, da temática agrotóxicos fundamentada pelo PP (setas tracejadas na figura), objetivando discutir sobre os riscos ambientais e à saúde humana, tanto no uso destes produtos, quanto em relação às incertezas científicas existentes nas pesquisas referentes a eles. Tratou-se de uma maneira de levar os

formadores de técnicos agrícolas à reflexão de suas práticas pedagógicas e a se pensar na formação destes profissionais para além do tecnicismo e tomada de ações somente técnicas (situação representada pela seta contínua na Figura 1).

Figura 1: Possibilidades da discussão do acidente de Lucas do Rio Verde



Fonte: Souza (2016).

Como procedimentos metodológicos para a coleta de dados e análise de resultados, adotou-se a gravação do áudio de todos os encontros realizados durante a atividade formativa e, posteriormente, a transcrição e codificação das falas com uso da Análise Textual Discursiva por metodologia de tratamento analítico. A técnica caracteriza-se como um processo auto-organizado de construção de textos, do qual emergem novas compreensões e entendimentos sobre o fenômeno investigado a partir das etapas de unitarização, categorização e comunicação (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Inicialmente, a partir da apresentação do caso de chuva de agrotóxicos em Lucas do Rio Verde, MT, observou-se a curiosidade dos professores em discutir sobre as controvérsias do tema e a imagem do Agronegócio como vilão do meio ambiente. Foi possível identificar posicionamentos dos participantes a favor do uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas, principalmente quando se trata de agricultura em larga escala. Essas percepções iniciais começaram a ser desestabilizadas a partir da demonstração de gráficos sobre os altos volumes de agrotóxicos utilizados nas atividades agrícolas mato-grossenses. Esses gráficos foram elaborados pela investigadora (idealizadora da atividade) e baseados em documentos oficiais brasileiros que apresentavam os valores de toneladas de agrotóxicos comercializados no Brasil, como os relatórios divulgados anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

A princípio os professores sinalizaram confiança no uso de “defensivos agrícolas” na agricultura. Eles reconheceram que podem existir riscos em seu uso e, por isso esses produtos recebem uma classificação quanto ao grau de periculosidade e toxicidade para a saúde (avaliação realizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária — ANVISA) e meio ambiente (avaliação realizada pelo IBAMA). Sobre tais classificações, ressalta-se o diálogo estabelecido entre participantes e moderadora/pesquisadora:

Moderadora: E, pensando então nessas situações e nessas tabelas aqui expostas [sobre a classificação de toxicidade e periculosidade ambiental de algumas classes de agrotóxicos, vocês confiam plenamente nelas?]

{Silêncio}

Moderadora: É possível confiar nesses dados?

{Silêncio}

P-2GF: É que é uma situação tão complexa que a gente nem tem o que dizer.

P-3GF: Olha, eu acredito, né? Mas não é porque ela seja da classe IV que significa que não vai ser muito tóxico. Então, assim... Lá fala que é pouco perigoso. Mas é perigoso. Não deixa de ser perigoso, né? [...] Então eu acho que é mais ou menos isso. Realmente algumas podem acontecer mais do que outras, mas eu acho que todos têm o seu perigo. Não é porque é [classificado] altamente perigoso, muito perigoso, perigoso e pouco perigoso. Mas desse modo nenhum deixou de ser perigoso.

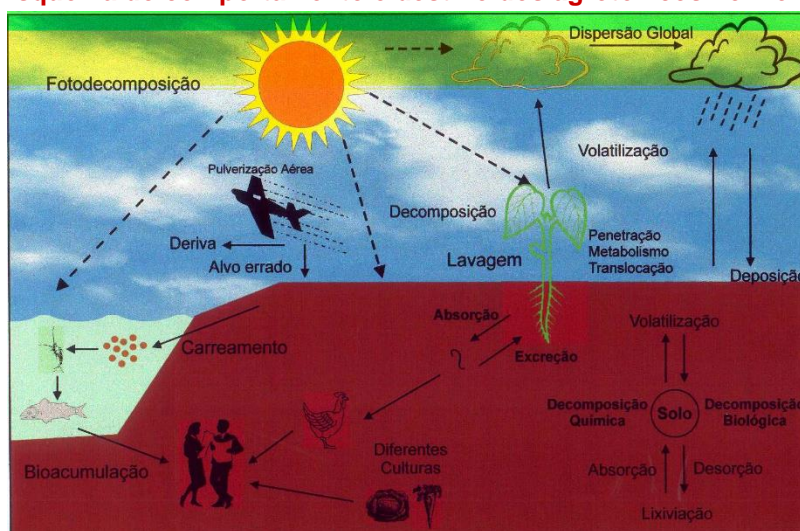
Moderadora: Bom, e foi feito por uma instituição, não é?

P-4GF: É. Ninguém colocou esses valores “Ah, é tóxico, ah não é”, colocando só por colocar né?

P-3GF: É!! Isso aí.

Entretanto, ao serem questionados sobre o destino final dos agrotóxicos utilizados nas lavouras mato-grossenses, os professores se espantaram quando encontraram uma resposta que parece óbvia ao analisarmos o movimento dos compostos químicos no ambiente, conforme demonstra a Figura 2.

Figura 2. Esquema do comportamento e destino dos agrotóxicos no meio ambiente



Fonte: Palma (2011, p. 36)

A imagem demonstra as inter-relações solo/planta/atmosfera, os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem e a intervenção no ambiente pela aplicação de produtos químicos por meio da pulverização por avião. Neste processo é comum que ocorra a deriva — deslocamento do produto químico para locais fora do alvo planejado (a planta) por conta de desvios de pulverização nos equipamentos deste tipo e, também, devido ao vento. Tal deslocamento pode contaminar solos e recursos hídricos e, seguindo os ciclos biológicos da teia alimentar, podem chegar a intoxicar humanos por meio da alimentação e do processo de bioacumulação. Destacam-se abaixo fragmentos do diálogo entre moderadora e professores participantes sobre o assunto e imagem em questão:

Moderadora: [...] E pensando nesses milhões de toneladas de agrotóxicos e que somos o maior consumidor mundial de agrotóxicos, onde é que está indo parar esses milhões de agrotóxicos?

{Silêncio}

P-2GF: Uma parte no solo e outra na barriga do povo.

{Todos riem}

P-1GF: [...] De manhã nós comentamos do leite materno, né? Que foi detectado maciçamente nas mães do município de

Lucas do Rio Verde. Quase todas estavam com resquícios de resíduos de agrotóxicos.

Moderadora: Eu vou deixar o texto para vocês lerem em casa que vai trazer dados de pesquisa sobre Lucas do Rio Verde. [...]

Mas, então, esses milhões de agrotóxicos para onde vão? [...]

Para onde vai essas toneladas de agrotóxicos que pulverizamos todos os dias em nossas lavouras, não só pelo avião, como no caso do acidente? Mas também por pulverizações terrestres ou outras? O que a gente observa nessa imagem? Para onde está indo essas toneladas de agrotóxicos? O P-2GF falou de alguns locais: pra água, pro solo...

P-4GF: Pra atmosfera...

Moderadora: Pras pessoas, pra atmosfera. Então... Essa imagem ela é interessante para se trabalhar na sala de aula, pois a gente vê que existem muitos processos aqui envolvidos: físicos, químicos, como a evapotranspiração, a bioacumulação que estávamos falando a pouco, visto que nós consumimos alimentos contaminados. Dá pra trabalhar sobre a própria fisiologia da planta, pois pelas raízes ela pode absorver parte dos agrotóxicos que estão no solo... Então não sei se a gente tem essa noção... Se a gente para pra pensar nisso... De que não tem como esses produtos sumirem, né?

P-4GF: [...] Pra onde é que vai, né?

No decorrer da atividade formativa e conforme se avançava nas discussões sobre a necessidade do elevado uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas, foram expostos alguns argumentos dos professores em defesa do uso destes produtos químicos:

P-2GF: Ah, mas, por exemplo, aqui no Brasil se banir o glifosato [principal produto químico aplicado em lavouras transgênicas] em dois anos, “quebra” a agricultura.... É melhor banir ou causar um problema social para o país? Quebra mesmo! Noventa por cento ou mais, como vimos, são de lavouras transgênicas aqui no Brasil. E aí? Qual o produto substituto? Não tem.

P-4GF: Sim, é bem complicado. Daqui dois anos...

P-1GF: Sim, mas aí até inventar, até achar outro produto...

P-4GF: É complicado.

P-2GF: E a gente é refém. Nós somos reféns [do uso] dos agrotóxicos.

Em relação a discussão sobre o PP e como ele poderia ser utilizado na avaliação ou classificação de agrotóxicos no Brasil, buscou-se dialogar com os professores participantes sobre a abordagem de risco e incertezas científicas. Tal diálogo vislumbrou demonstrar aquilo que é aceito ou compreendido como situação de risco quanto ao uso de agrotóxicos, sendo que, na verdade, por diversas vezes, tratam-se de situações de ignorância científica por conta de não haver um resultado definitivo sobre os efeitos e consequências de uso de alguns tipos de ingredientes ativos de agrotóxicos (por exemplo, o glifosato, principal produto associado ao cultivo de lavouras transgênicas). Os fragmentos abaixo demonstram um início de tomada de consciência de um dos professores participantes para esta situação:

Moderadora: Bom, mas voltando aqui no nosso slide... O último tipo de situação [falando sobre tipos de abordagem de risco] que a gente tem, seria a chamada ignorância. Nessa situação de ignorância nós temos impactos desconhecidos e probabilidades também desconhecidas. [...]. Talvez outro exemplo que poderia se encaixar nessa situação de ignorância seria a questão dos transgênicos. Por quê? A princípio nós temos um conhecimento consolidado.... Aliás, não se tem, né? Não se chegam a conclusões alguma sobre as consequências do plantio e consumo de organismos transgênicos.

P-4GF: Mas se for por essa linha de raciocínio, o glifosato também vai entrar na [situação de] ignorância. [...] Porque nós não temos total certeza de que ele é todo degradado sem prejudicar [o ambiente e saúde], né?

Enquanto a moderadora caracterizava cada uma das naturezas de abordagem de risco, naturalmente e sem influência dela, o sujeito P-4GF concluiu que a situação do glifosato deve ser vislumbrada como uma situação de ignorância (ao invés de uma situação de risco), uma vez que foi apresentado, aos participantes, informações divulgadas em pesquisas científicas sobre os efeitos toxicológicos e ambientais do glifosato. Esse professor foi o que demonstrou explicitamente o maior número de reflexões sobre o tema discutido em grupo, de maneira a tornar possível o diagnóstico sobre sua tomada de consciência. Entretanto, como demonstra os fragmentos de diálogo abaixo, existiram momentos em que outros participantes também sinalizaram a tomada de consciência, como as falas do professor P-5GF.

Moderadora: Isso que ia perguntar para vocês. O que vocês consideram? Vamos pegar este exemplo do [caso do] glifosato... em qual destas situações vocês acreditam que se encontra? Risco, incerteza ou ignorância?

P-2GF: Eu concordo que seja risco.

P-4GF: Mas, e aquela porcentagem [de agrotóxicos aplicados] que a gente não sabe para onde vai?

P-5GF: Pois é....

P-2GF: Professora, eu mantenho meu posicionamento de que essa questão é [uma situação] de risco. Porque um estudo para contestar a FAO e EPA tem que ser um estudo muito bom! Não é qualquer pessoa ou instituição que contesta. Porque se a FAO e a EPA estão dizendo que não [há perigos iminentes], eu acredito. E pode ter o dia que estas instituições de confiança vão concluir que há outros perigos graves também.

Moderadora: [...]. Será que a partir desses estudos controversos sobre os efeitos negativos [ao ambiente e saúde] do uso de agrotóxicos, há incertezas nesses impactos do glifosato? Ou será que podemos confiar no que está posto? Tipo: "não, se está falando que não tem perigo, a gente continua utilizando".

P-5GF: Pelo que fala aí. Não sei.... Está dizendo que não corre risco, mas daqui mais dez anos vai haver um acúmulo maior também dos resíduos [desses produtos].

P-4GF: Lógico!

Destaca-se, no diálogo acima, o posicionamento do sujeito P-2GF de considerar que os ingredientes ativos dos agrotóxicos devem ser encarados como uma situação de risco e a dúvida levantada por P-4GF para contra argumentar tal posicionamento.

Ao fim da atividade formativa foi possível observar indícios de novas percepções conceituais dos professores sobre o uso de agrotóxicos. Eles indicaram que, o olhar técnico que possuíam sobre o assunto, agora passava a considerar as dimensões socioambientais e das influências políticas e econômicas que tal questão pode ter:

P-3GF: [...] porque, para mim mesmo, tem muita coisa que eu nunca parei pra pensar e avaliar. É como o P-2GF colocou, a gente se preocupa muito com a planta. O que vai acontecer com a planta, mas se vai causar algo às pessoas, até mesmo no meio ambiente... Acho que eu não tinha pensado nisso até agora.

P-2GF: É como você estava dizendo antes. A gente trabalha com ensino técnico, se preocupa com a parte técnica: o que se usa, o que se pode usar.... Eu não paro, assim, pra pensar, por exemplo, no que o glifosato causa no meio ambiente ou para o ser humano. Porque é muito técnico. [...]

P-4GF: Olha, vou dizer que se tivesse mais um dia de atividade, eu iria ser contra o uso dos agrotóxicos. {Todos riem} [...]. Meu pensamento era totalmente diferente, tipo, se voltar para a área técnica mesmo: ah, tem que usar pra combater lagarta, alguma doença e tal. E nunca que eu ia imaginar, nunca parei para pensar o que pode estar causando no meio ambiente, entendeu? Nunca passou pela minha cabeça isso.

P-3GF: [...], às vezes, [a gente] foca muito na produção, na planta, se vai causar problemas na planta. E por mais que, hoje, meio ambiente seja um tema muito discutido, muito anunciado..., mas a gente, às vezes, vê como se o meio ambiente estivesse lá e eu estivesse aqui... Muitas vezes a gente não pensa. Poxa, eu nunca pensei se isso poderia causar algum dano a quem está trabalhando.... Então, porque às vezes, pensa muito..., pensamento muito focado ali na produção.... Assim, traz um novo olhar pra gente pensar, pensar com os alunos também... Mudar? Não sei se é realmente possível assim. Mas já traz novos olhares, de fazer a gente pensar um pouco além.

P-2GF: [...]. É um tema polêmico e todo mundo quando fala em meio ambiente tem uma visão. E você nos levou a refletir sobre o uso das tecnologias, do uso dos produtos químicos e o que eles causam na nossa saúde. [...]

Sabemos que não se pode garantir que o desenvolvimento desta atividade de carga horária tão pequena e realizada de maneira tão pontual tenha sido capaz de transformar as percepções dos professores participantes. No entanto, foi possível identificar indícios da alteração da percepção do olhar totalmente técnico sobre o uso de agrotóxicos que os participantes tinham, para uma preocupação com as possíveis ameaças ao ambiente e seres vivos provenientes desse uso. Tal fato já demonstra um avanço significativo para a formação de professores. Além disso, outro aspecto positivo refere-se à sinalização dos professores participantes sobre a necessidade de levar tais discussões à sala de aula, buscando uma formação ampla aos futuros técnicos agrícolas, para além dos aspectos técnicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos neste artigo algumas ponderações sobre o modo como a educação científica e o ensino de química tem ocorrido quando pautados nos valores da ciência atual, isto é, da tecnociência. Para nós, parece claro que a tecnociência tem valores que a aproximam do paradigma químico do risco (THORNTON, 2000) ou do paradigma social da prevenção (EWALD, 1996). Há uma crença nos poderes preditivos e quantificadores da ciência, na sua capacidade de abstração e generalização (descontextualizada). E por ter essa metodologia tão fechada e exclusiva, ela ignora alternativas, fazendo com que a inovação tecnológica pareça a única opção para resolver os problemas e, portanto, seus impactos sociais e ambientais podem até ser tolerados.

O ensino de ciências escolar ou na formação inicial de professores, quando conduzido do modo supracitado, fortalece as estratégias tecnocráticas, que excluem o cidadão do desenvolvimento das agendas de pesquisas, dos processos de tomada de decisão, fazendo-os acreditar que a tomada de decisão sobre o desenvolvimento das atividades científicas cabe apenas aos especialistas. Não obstante, o pluralismo metodológico incorpora o PP e possui valores que seguem em outra direção, “como solidariedade, bem-estar de todas as pessoas em vez da primazia da propriedade e do mercado, emancipação humana e fortalecimento da pluralidade e da diversidade de valores sociais” (LACEY, 2008, p. 119). Esses são valores da participação popular, que pelo estímulo ao pluralismo metodológico incentiva uma maior participação social na definição da agenda científica, possibilitando a democratização da C&T.

Apesar do PP ser um assunto ainda pouco explorado nas pesquisas em ensino de ciências brasileiras (SOUZA; MARQUES; MACHADO, 2016) e, por isso, ser um processo desafiador aos educadores, o relato da experiência vivenciada em uma atividade formativa com professores do ensino técnico sobre a temática “agrotóxicos” demonstrou que este princípio é um excelente fundamento teórico a ser observado e utilizado para o planejamento de atividades de ensino. Principalmente para aquelas que almejem promover a ruptura da visão sobre C&T como processos seguros, progressivamente em evolução e que sempre irão garantir o bem-estar social.

O PP no ensino de ciências tem o objetivo de problematizar a abordagem de risco atual dentro das atividades científicas e de forma mais ampla na sociedade, modificando modos de pensar e de agir. Nesse sentido, o PP é mais do que um conteúdo ou conceito (químico) que deva ser incluído nas matrizes curriculares. É uma evolução da Química que possibilita vislumbrar alternativas de ação para a sociedade.

Por fim, convém ressaltar que, justamente por se tratar de um assunto ainda pouco explorado na educação científica, as Universidades e demais IES possuem papel fundamental no desenvolvimento de pesquisas científicas que considerem elementos da ciência precaucionária, bem como de pesquisas educacionais que mantenham uma participação ativa das escolas e de seus atores.

REFERÊNCIAS

- ANASTAS, Paul T.; WILLIAMSON, Tracy C. Green Chemistry: an overview. In: ANASTAS, Paul T.; WILLIAMSON, Tracy C. **Green Chemistry: Designing Chemistry for the Environment**. Washington: ACS, 1996, p. 1-17.
- AULER, Décio. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 4, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR, 2011.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 105-116, 2001. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10048/7022>>. Acesso em: 10 out 2011.
- BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.
- CAZELOTO, Edilson. Informatics monoculture, permaculture and construction of a counterhegemonic sociability. **MATRIZES**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 187-200, 2010. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/matrizes/article/view/38265/41068>>. Acesso em 15 jun. 2014.
- DELIZOICOV, Demétrio; AULER, Décio. Ciência, tecnologia e formação social do espaço: questões sobre a não-neutralidade. **Alexandria**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 247-273, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37690/28861>>. Acesso em: 22 mar 2012.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- DEVILLE, Adrian; HARDING, Ronnie. **Applying the Precautionary Principle**. Sidney: Federation Press, 1997.
- EWALD, François. Le r  tour du malin g  nie. In: Godard, O. **Le principe de precaution**. Paris: INRA, 1997, p. 99-128.
- FREIRE, Paulo. **Extens  o ou comunica  o**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- JACOBI, Pedro Roberto. Educa  o Ambiental: o desafio da constru  o de um pensamento cr  tico, complexo e reflexivo. **Educa  o e Pesquisa**, S  o Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/ep/v31n2/a07v31n2.pdf>. Acesso em: 22 mai 2011.

LACEY, Hugh. Crescimento econômico, meio-ambiente e sustentabilidade social. In: Dupas, G. (Org.). **Meio-ambiente e crescimento econômico**. São Paulo: Editora Unesp, 2008, p. 91-130.

LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar P. (orgs.). **Enfrentando os limites do crescimento**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

LUCHESE, Celso Umberto. **Considerações sobre o Princípio da Precaução**. São Paulo: SRS Editora, 2011.

MACHADO, Paulo. **Um avião contorna o pé de jatobá e a nuvem de agrotóxico pousa na cidade**. Brasília: ANVISA, 2008.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>>. Acesso em: 05 jun 2013.

PALMA, D. C. A. **Agrotóxicos em leite humano de mães residentes em Lucas do Rio Verde** - MT. 2011. 103f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Curso de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2011.

PIGNATI, Wanderley. A.; MACHADO, J. M. H.; CABRAL, J. F. Acidente rural ampliado: o caso das "chuvas" de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde. **Ciênc. Saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 105-114, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v12n1/10.pdf>>. Acesso em: 21 ago 2009.

POLIAKOFF, Martyn et al. Green Chemistry: Science and Politics of Change. **Science**, v. 297, n. 5582, p. 807-810, 2002.

SCHULMAN, Lawrence S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SOUZA, Leila C. A. B. **A problematização do Princípio da Precaução na formação do técnico agrícola: reflexões para o enfrentamento da racionalidade instrumental a partir de uma questão sociocientífica**. 2016. 351f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SOUZA, Leila C. A. B.; MARQUES, Carlos A. Discussões sociocientíficas sobre o uso de agrotóxicos: uma atividade formativa problematizada pelo Princípio da Precaução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 495-519, ago. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4515/2976>>. Acesso em: 05 out 2017.

SOUZA, Leila C. A. B.; MARQUES, Carlos. A.; MACHADO, Adélio A. S. C. O Princípio da Precaução no ensino de ciências como possibilidade para a promoção de discussões sociocientíficas. **Investigações em Ciências**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 137-152, ago. 2016. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/8/211>>. Acesso em: 16 nov 2017.

THORNTON, Joe. Beyond Risk. **Risk Assessment and Global Pollution**, v. 6, n. 3, p. 318-330, 2000.